

자궁 경부암 방사선 치료의 국내 현황과 최신 경향

성균관대학교 의과대학 삼성서울병원 방사선종양학과
허 승 재

서 론

자궁경부암의 치료는 방사선치료의 발달과 함께 발전되었으며 국내에서도 많은 치료 경험이 축적된 분야이다. 특히 최근 방사선치료와 항암제의 병용 요법의 중요성이 매우 강조되고 있기 때문에 방사선치료의 올바른 시행은 매우 중요하다. 저자는 본고를 통하여 국내 방사선 치료시설 장비와 인적 현황 등 인프라를 소개하고자 한다. 또한 자궁경부암 치료에서 매우 중요한 역할을 하는 강내 치료 분야 특히 국내에서 1980년대 이후 사용이 증가하고 있으며 보편화된 고선량률 강내치료(High Dose Rate Brachytherapy; HDR)의 치료 성적을 분석하고 국내에서의 치료 경험을 소개 하고자 한다.

최신 방사선치료는 과거보다는 종양의 범위를 보다 구체적으로 정확하게 설정하고 정상 조직의 방사선 조사를 최소화하여 치료하는 3차원 입체조사(three-dimensional conformal radiotherapy; 3DCRT)와 나아가서 방사선의 강도를 조절하는 Intensity modulated radiotherapy (IMRT)와 종양의 움직임도 제어하면서 치료를 수행하는 Image guided radiotherapy (IGRT)의 방향으로 발전되어 가고 있다. 자궁경부암에서도 이와 같은 시도가 활발하게 이루어지고 있으며, 이미 3차원 입체조사나 IMRT의 임상 경험이 보고되고 있는 바이다. 따라서 이와 같은 방사선 치료의 최근 발전이 자궁경부암 치료에 어떻게 이용되고 있는가에 대한 최신 경향과 저자의 경험을 소개하고자 한다.

본 론

1. 국내 방사선 치료시설 치료기 현황과 인프라

2005년 3월 식품의약품안전청의 조사 자료에 의하면 방사선치료와 관련하여, 한국에 설치된 방사선종양학과는 전국적으로 56개 병원이며, 141명의 전문의와 41명의 전공의를 포함하여 의학물리사, 방사선사 등 약 500명 이상의 인력이 방사선치료 업무를 담당하고 있다(Table 1). 방사선치료기는 80대의 선형가속기가 설치되어 있고, 2대의 사이버나이프가 설치되어 체간 부위의 방사선 수술을 하고 있으며, 한군데에서 양성자 치료를 위하여 양성자 가속기를 도입 설치 중에 있다.¹ 강내치료 장치는 43개 병원에 설치되어 있으며 이 중 40개 병원에서는 HDR을 시행하고 있으며, 3개 병원에서는 저선량률 강내치료(Low Dose Rate Brachytherapy; LDR) 장치가 설치 운영되고 있다. 1950대 이후로 시행되었던 라듐(²²⁶Ra)이나 세슘(¹³¹Cs)을 이용한 LDR은 종사자의 작업적인 피폭, 편의성, 다양성 등의 측면에서 많은 장점을 지닌 HDR로 대부분 바뀌었다. 현재는 많은 병원에서는 주로 이리듐(¹⁹²Ir) 선원을 이용한 HDR을 사용하여 일년에

Table 1. Current status of radiotherapy infrastructure in Korea (2005, 03)

• 56 Radiotherapy centers
• Man Power
M.D.: 145+41 (resident), Physicist: 54, Technologist: 309
• Radiotherapy devices (total 130)
– Linear accelerator: 80
– Co-60: 3
– Brachytherapy: 43
– Others: 4 (Microtron: 1, Cyclotron: 1, Cyber knife: 2)
– Proton therapy system: on constructing in National Cancer Center

논문접수일 : 2005년 11월 17일

교신저자 : 허승재, 135-710 서울시 강남구 일원동 50
삼성서울병원 방사선종양학과

전화 : 02) 3410-2601 · 전송 : 02) 3410-2619

E-mail : sjuh@smc.samsung.co.kr

1,000명 이상의 환자를 치료하고 있다. HDR의 장점과 단점은 Table 2와 같다.²

ICRU report 38에 의하면 HDR은 특정한 점에 분당 20 cGy 이상의 선량률을 내는 근접치료 방법이라고 정의되고 있다.³ HDR은 1964 년 Henshke와 O'Connel에 의하여 개발된 이후 전 세계적으로 약 2,000여 곳에서 사용하는 중이다. 국내에서 자궁경부암으로 등록되는 환자는 일 년에 약 5,400명이며 이 중 방사선치료는 약 2,800명에서 시행되며 근접조사는 1,727명 정도에서 시행이 된다고 보고되었다. 이 중 HDR은 1258 (73%)명, LDR은 469명에서 시행되고 있다.⁴ 그러나 최근 자궁경부암의 감소로 강내치료 건수가 줄어들고 주로 HDR이 사용되고 있으

며 연간 약 1,000예의 시행이 이루어지고 있는 것으로 추산된다(Fig. 1).¹ LDR치료는 1986년 이후 새로운 시스템을 설치한 곳이 없으며 현재 3개의 병원에서 치료를 하고 있다. 일본의 경우에도 자궁경부암 환자의 80% 이상이 HDR 치료를 하고 있어 HDR은 한국뿐 아니라 일본 및 동남아시아, 독일 등에서 매우 빠른 속도로 사용이 증가되고 있다.

2. 국내의 HDR 치료성적과 외국의 치료 성적의 비교
국내의 자궁경부암 치료 성적에 관하여 많은 보고가 있으며, HDR 분야에서도 경험이 축적되어 HDR 치료 성적에 관한 많은 보고가 이루어지고 있다. 1979년부터 치료를 시작한 연세암센터의 치료 성적은 Table 3과 같이

Table 2. Comparison of intracavitary irradiation

	After loading low dose rate	Remote after loading high dose rate
Sources	Ra, Cs, Co	Cs, Co, Ir
Exposure of medical staff	(+)	(-)
Treatment time	24-48 h	10-20 min
Physical/mental burden for patient	(+++)	(+)
Danger of urinary infection	(++)	(-)
Applicator movement during therapy	(++)-(+++)	(-)
Need to shield ward	(+)	(-)
Biological disadvantage	(-)	(+)
Cost of device	(-)	(+++)

Modified from Arai et al.²

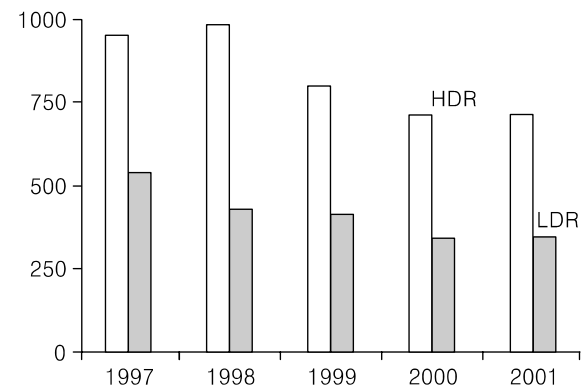


Fig. 1. HDR brachytherapy patients are decreasing because of the incidence of cervical cancer patients are decreasing. About 1,000 new patients are treated by brachytherapy in a year.

Table 3. Comparison of the results of HDR brachytherapy at different institutions in Korea

Institutions	Year	No. of cases	5-year survival rates by FIGO stage (%)					
			IB	IIA	IIB	IIIA	IIIB	IV
Yonsei Cancer Center ⁵	2002	1686	94		83		59	31
Samsung Medical Center ⁶	2004	120			60		58	33
Moon CW et al. ⁸	1990	331			81			
Kim OB et al. ⁹	1993	226	86	85	76		56	38
Kim JC et al.	1995	135	89	86	74		38	
Kim JH et al.	1995	64		79	73			
Choi DH et al.	1996	80	86	53				

Modified from Huh et al.¹⁶

1기 94%, 2기 83%, 3기에서 59%의 5년 생존율을 보고한 바 있으며, 삼성서울병원에서는 3기 58%, 4A기 33%, 순천향대학병원의 치료 결과는 3기 38%, 2B기에서 62%를 보고하였다.⁵⁻⁷ 이 외 고신의료원과 계명대학교병원 등의 보고가 있으며 종합하면 1기 86-94%, 2기 60-86%, 3기는 38-59% 정도로 기존의 LDR치료 성적과 비슷하다.^{8,9} 이러한 성적은 일본이나 미국의 치료 성적과 비교하여 전혀 손색이 없는 치료 결과이다. 1991년 Orton에 의하여 시행된 multicenter meta-analysis에 의하면 세계적으로 56개 기관에서 치료한 17,068명을 대상으로 분석한 결과 생존율은 60.8% 대 59%로 HDR과 LDR의 차이는 없었으며, 오히려 3기 환자 군에서는 HDR이 47.3%의 성적을 보여 LDR의 42.6%에 비하여 의미 있게 높은 치료 성적이라고 보고하였다.¹⁰ 만성 합병증을 경험한 비율은 HDR에서 9%로 LDR의 21%에 비하여 낮게 나타나 HDR 치료가 우수함을 보고한 바 있다.

일본에서도 생존율 등의 치료 성적은 LDR과 HDR을 비교하여 차이가 없는 것으로 보고된다.¹¹ 일본의 HDR 치료의 특징은 65% 정도의 대다수 병원에서 코발트(⁶⁰Co) 선원과 일본에서 개발된 TAO applicator를 사용하고 있으며 표준적인 치료 protocol을 개발하여 사용한다는 것이다.¹² 최근에는 일본에서도 코발트 대신 이리듐이 HDR용 선원으로 점차 교체되고 있다. 일본 방사선의학연구소의 1,342명을 대상으로 한 HDR 방사선치료의 연구 결과에 의하면 10년 생존율은 1, 2, 3, 4A 기 각각 73%, 52%, 33%, 8%로 보고하였으며 합병증은 Grade 4가 2.7%, Grade 3가 6.3%로 보고하였다.¹³ 이들이 치료했던 방법이 미국의 MD Anderson 병원에 비하여 30% 정도 낮았으나 일본인의 자궁 용적이 서구인에 비하여 적고 비교적 노령의 환자를 치료에 포함한 점 등을 고려하여도 치료 성적과 합병증의 빈도가 MD Anderson 병원의 치료 성적에 견줄만함을 지적하며, Arai 등이 제시한 일본의 표준적인 방사선 치료법의 타당성을 주장하였다.¹⁴ 향후 한국 내에서도 이와 같은 표준적인 치료 방법의 개발이 시급하다고 생각된다.

3. HDR치료의 적절한 선량과 분할 횟수

자궁경부암의 치료 성적은 보고하는 기관마다 대상 환자의 사회 경제적 요건, 방사선치료 기술과 방법, 처방 선량 등에 따라서 25-50% 정도의 광범위한 5년 생존율

의 차이가 나타난다. 따라서 치료 기술과 적절한 처방선량의 조사는 매우 중요하며 이는 미국의 Pattern of Care Study에서 이미 입증된 바 있다.¹⁵ HDR은 LDR과는 달리 준 치사 손상(Sublethal damage)의 회복이 잘 되지 않으므로 LDR과 동일한 생존율을 얻고 합병증을 줄이기 위해서는 분할조사선량 및 조사 횟수에 대한 세심한 고려가 필요하다. 실제로 여러 기관에서 보고된 HDR의 치료 선량은 Point A 기준으로 3 Gy에서 16 Gy까지 매우 다양하며 조사 횟수 또한 2-16회까지 다양하게 나타난다. 국내에서도 분할조사선량은 3-5 Gy, 조사 횟수는 6-13회로 다양하다.¹⁶

최근 5년간 발표된 국제적인 보고는 일반적으로 A점에 4-10 Gy씩 2-7회의 치료 횟수가 일반적이지만 강내 조사를 1일 2회 치료하는 것부터 1주 1회 치료하는 방법까지 매우 다양하게 나타난다. 한국에서는 3 Gy 씩 13회까지 주는 곳도 있으나 3 Gy부터 5 Gy까지의 선량을 6-8회 주는 것이 일반적이다. 한국에서도 분할 선량과 횟수에 따른 전향적 연구 보고에 의하면 3 Gy 10회, 5 Gy 5회 치료의 분석 결과 추적기간이 충분치는 않으나 생존율과 만성 합병증의 의미 있는 차이를 발견 못했다고 한다.¹⁷ 본 저자의 경우 1회당 4 Gy를 기준으로 하고 있으며 1, 2A기에서 외부 조사에 비하여 강내 조사의 치료 비중을 높이고 2B, 3기의 진행된 병기에서는 외부 조사 선량을 늘리는 프로토콜을 사용하고 있다(Fig. 2).

자궁경부암의 방사선치료에서 치료 시작부터 종료까지의 기간은 국소제어율과 완치율에 밀접한 영향을 주는 것으로 알려져 있으며, 자궁경부암 치료 시 1일의 치료 연장은 하루 당 최고 1%의 국소제어율을 감소시킨다고 알려져 있다.¹⁸ 저자도 자궁경부암의 방사선치료는 가능한 조기에 완료하도록 하고 있으며 이를 위해서는, 1) 조기에 강내 치료 실시, 2) 주중에 치료 지연 시 주말에 보상 치료를 시행(최소 1주 5일 치료 유지), 3) 강내 치료 간격의 최소화 또는 외부 조사와 강내 치료의 병용 치료, 4) 치료기 고장으로 인한 지연의 최소화 등으로 외부 치료와 강내 치료를 합하여 45-50일 정도에 완료하는 것을 원칙으로 하고 있다. 이와 같이 치료 기간을 단축시킴으로써 치료율을 향상시키는데 기여할 것으로 생각한다.

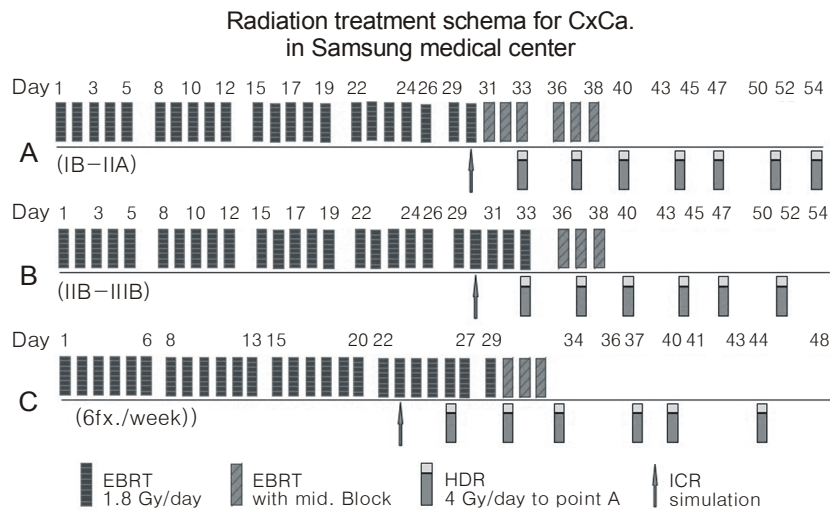


Fig. 2. Radiation therapy protocol for cervical cancer at Samsung Medical Center.

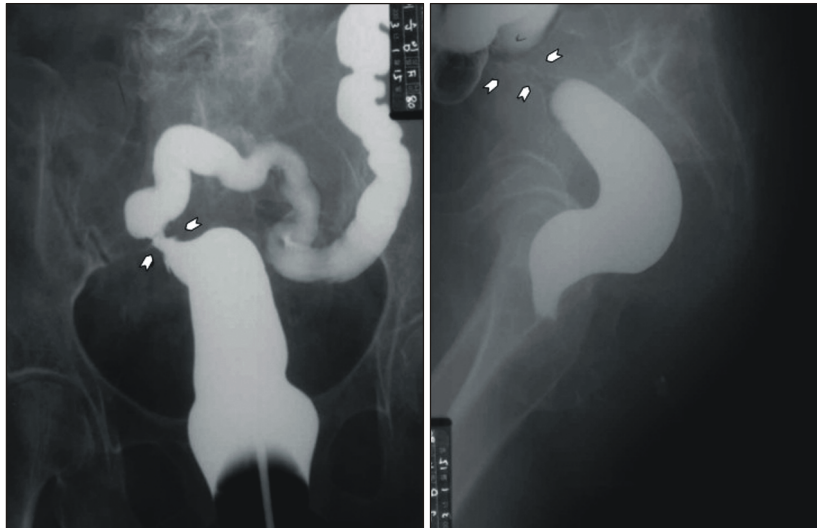


Fig. 3. Narrowing of the sigmoid with rectal bleeding 1 year after radiotherapy for cervical cancer due to the radiation sigmoiditis.

4. 방사선 치료의 만성장애

HDR 치료에 대한 초창기 보고인 Shigematsu의 1983년도 보고에 따르면 직장 손상에 의한 출혈을 36%에서 보고하였으며 이것은 이후 HDR의 만성 장애에 대한 지속적인 우려를 초래하였다.¹⁹ 일반적으로 높은 만성 장애의 빈도를 보이는 보고들은 일반적으로 분할조사선량이 높고 조사 횟수가 적은 것이 특징이다. 일반적으로 보고되는 HDR의 직장이나 방광의 만성장애 빈도는 각 치료기관의 평가방법이 달라서 정확한 비교가 어려운 점이 있으나, Grade 3-4의 경우 5% 전후이고 Grade 1-2는 10-25% 정도이다. 방사선치료 후 1-2년 경과한 시점에 직장 출혈이 있는 경우는 반드시 방사선 직장염을 염두

에 두고 내시경 검사 등을 시행하여야 한다(Fig. 3).

과거에는 잘 알려지지 않았으나, 최근 고령화와 항암화학치료의 사용이 보편화되면서, 방사선 치료 후 1년 정도 경과한 시점에 폐경 이후의 골다공증이 심한 환자에서 주로 발생하는 골반부 통증을 동반한 부전 골절(insufficiency fracture)의 진단이 되는 경우가 있다. 이 경우 대부분 보존적 치료로써 증상은 호전되나 이러한 개념을 모르면 골반 뼈의 재발성 암과의 감별 진단에 어려움이 있다. 방사선치료 후 1년 전후에 나타나는 방사선 치료 부위에 포함된 선골, 치골 등에 생기는 골주사(Bone scan) 소견에서 전형적인 H-sign이 보이는 경우 반드시 부전 골절의 가능성을 염두에 두어야 한다(Fig. 4).²⁰

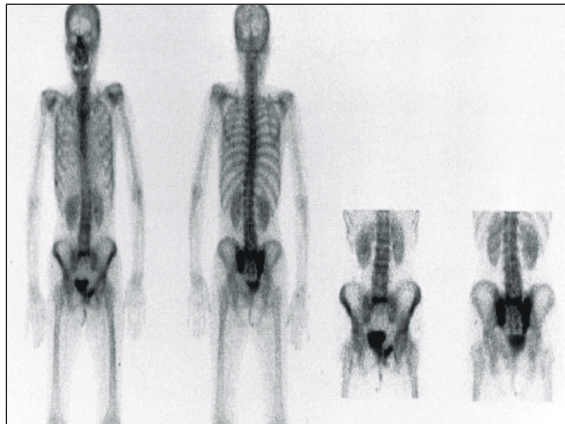


Fig. 4. Bone scan showing the H-shaped sacral fracture and hot uptake on left pubic ramus.

5. 최근 방사선치료의 발전

최신 방사선치료는 과거와는 달리 종양의 범위를 보다 구체적으로 정확하게 설정하고 정상 조직의 방사선 조사를 최소화하여 치료하는 삼차원입체조형치료(three-dimensional conformal radiotherapy; 3DCRT), 나아가서 종양에 대한 처방 선량과 특정 정상 장기에 주어지는 조사 선량 수준을 최소로 할 수 있도록 조사되는 방사선의 강도를 자유자재로 조절하여 치료하는 세기변조방사선치료(Intensity-modulated radiotherapy; IMRT)와 움직이는 종양까지도 제어하면서 치료를 수행하는 영상유도방사선치료(Image-guided radiotherapy; IGRT)의 방향으로 발전되어 가고 있다(Fig. 5). 이러한 방사선치료 기술의 발전은 종양에 집중적으로 고선량의 방사선을 투여하면서 정상 조직의 부작용을 최소화한다는 장점이 있다. 그러나, 보다 많은 방사선을 종양에 투여한다는 점에서는 더욱 세심한 주의가 필요하다.

이렇게 종양에 집중적으로 고선량의 방사선을 조사하는 것과 동시에 정상 조직의 조사량을 최소화하기 세심한 주의를 기울여야 하는 위험장기(Organs at risk; OAR)에는 소장, 직장, 방광 등이 있다. 특히 최근 방사선치료와 함께 항암화학요법을 병용하면서 소장 부작용의 위험이 증가하였다. 일반적으로 자궁경부암의 방사선치료에서는 골반강 내의 영역 림프절을 모두 포함하는 조사 영역에 45-50 Gy를 처방하는 전골반-방사선치료가 필요하다. 이 정도의 선량에서도 소장의 급성 및 만성 부작용이 발생할 수 있음은 잘 알려진 사실이다. 방사선 치

료로 인하여 구토, 설사, 장염 등 소화기 계통 증상을 주로 동반하는 부작용이 발생하며 드물지만 만성적인 장폐쇄증, 장천공이 발생할 수도 있다. 방사선에 의한 소장의 부작용은 방사선치료 조사 영역에 포함되는 소장의 용적과 방사선 조사선량에 관련이 있으므로, 이를 감소시키기 위한 여러 가지 방법들이 이용되고 있다. 이런 부작용을 줄이기 위한 방법으로 다문조사를 사용하거나, 임상에서 사용하는 belly board나 저자가 고안한 소장 전위장치(small bowel displacement system; SBDS) 등 물리적으로 소장을 복강 쪽으로 이동시켜 방사선치료 조사 영역내의 소장 용적을 줄이는 방법이 이용되기도 한다(Fig. 6).^{21,22} 3DCRT와 IMRT와 같은 최신의 방사선 치료법도 소장을 포함한 정상 장기의 조사선량을 감소시키는 방법 중 하나이다.²³⁻³⁰ 저자는 특히 소장의 방사선 부작용을 줄여주는 일련의 시도를 지속적으로 시행하고 있다.^{22,24,29}

IMRT는 두경부암과 전립선암에서 정상 조직의 부작용을 줄이기 위해 주로 이용되는데, 근래 Roeske 등과 Portelance 등은 부인암에서 IMRT의 사용 가능성을 알아보기 위한 연구를 하였다.^{26,27} Roeske 등의 연구에 근거하여 Mundt 등은 부인암 환자들에게 IMRT를 적용한 결과, 전통적인 2차원 치료방법으로 치료 받은 환자들에 비해 급성 및 만성 부작용 발생이 감소하였다.^{25,26} 따라서 bellyboard나 SBDS를 3D-CRT 또는 IMRT와 병용한다면 소장의 조사선량을 더 감소시킬 수 있을 것이다. 근래 Adli 등은²⁸ belly board를 병용한 IMRT 치료계획을 IMRT 단독과 비교하여 소장의 조사선량 감소를 위한 bellyboard의 병용 가능성을 제시하였다. 저자는 SBDS를 사용한 CT 영상과 사용하지 않은 CT 영상을 이용하여 3D-CRT와 IMRT 계획을 수립하여 SBDS에 의한 소장의 방사선 조사선량 변화를 연구하여 발표한 바 있으며 골반강 내의 소장 용적은 SBDS 사용 시 평균 50% 감소하였고, 10-50 Gy의 모든 선량 수준에서 동일한 조사선량을 받는 소장 용적은 SBDS를 사용 시 3D-CRT에서는 67-82%, IMRT에서는 55-67% 감소하였다.²⁹

3DCRT나 IMRT를 실제 환자 치료에 적용할 때 골반 내 기관의 움직임은 중요한 문제이다, 치료 중에 발생하는 기관의 위치 변화로 표적체적에 계획된 방사선량이 조사되지 않아 국소제어율이 떨어지거나 주위 정상 조직에 과다하게 조사되어 예기치 않은 부작용이 발생할

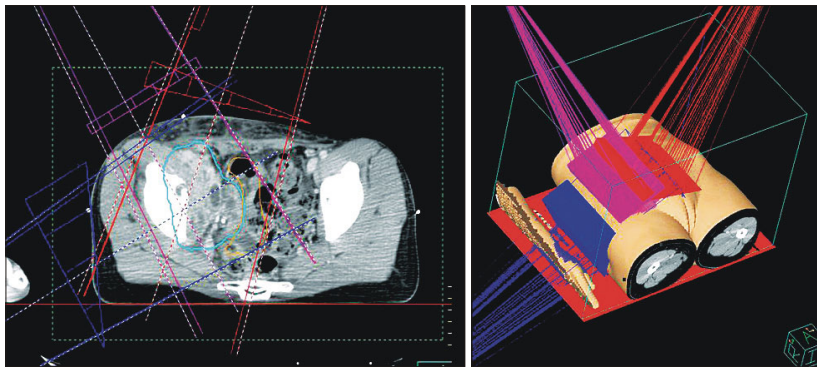


Fig. 5. An example of three-dimensional conformal radiotherapy treatment planning with CT data for a recurrent right pelvic side wall cervical cancer.

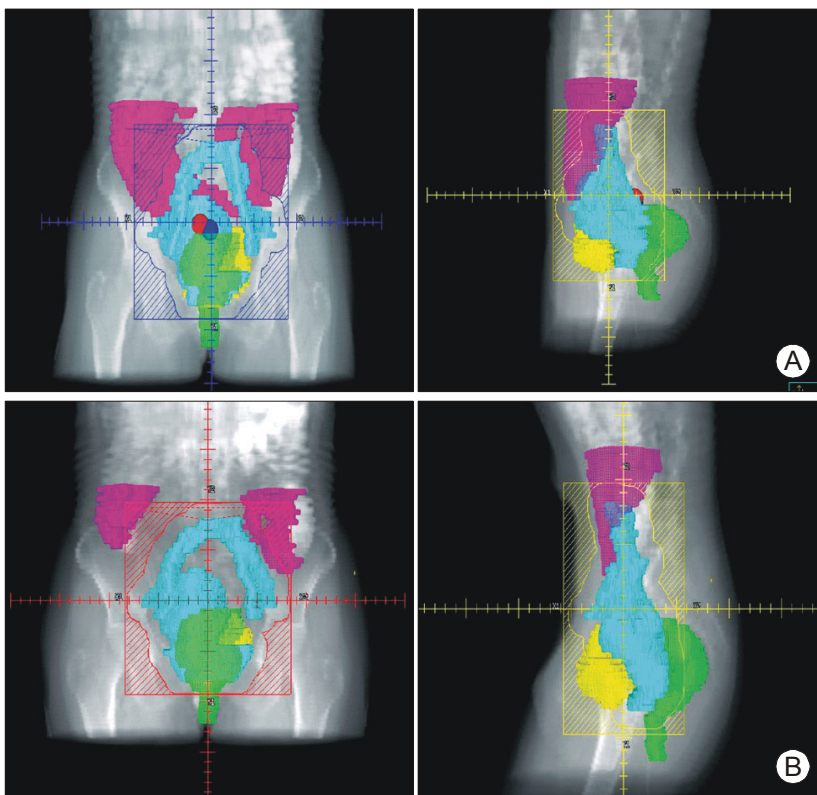


Fig. 6. An example of three-dimensional conformal radiotherapy planning (A) without the small-bowel displacement system and (B) with the small-bowel displacement system. The use of the SBDS (B) resulted in significant reduction of the small-bowel volume (pink) included in the pelvic radiation fields.

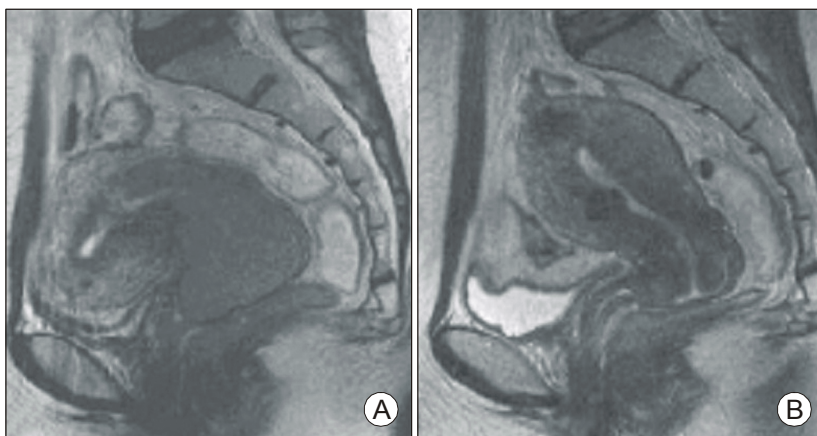


Fig. 7. Interfractional variation of uterine corpus and cervix in with FIGO stage IIB. (A) Before the beginning of radiation treatment. (B) After 3,060 cGy of whole pelvis irradiation.

수 있다. 골반 내 정상 장기의 움직임에 관한 연구는, 주로 전립선암에서 직장과 방광의 부피 변화 및 치료에 따른 전립선의 위치 변화에 대한 연구가 이루어져 있다. 그러나, 자궁경부암은 지금까지 골반 전체를 조사 영역으로 하는 통상적 방사선치료가 시행되었기에 자궁경부암에서 골반 내 기관의 위치 변화에 관한 연구는 아직까지 매우 미흡한 실정이다. 그러나 3D-CRT나 IMRT를 실제 치료에 적용하기 위해서는 치료 자세의 재현성과 방사선치료 기간 동안의 종양과 내부 장기의 움직임에 대한 이해가 절대적으로 필요하므로 이에 대한 연구는 매우 필요한 분야이다. 방사선치료 기간 중에 발생하는 자궁경부와 자궁체부의 변화를 관찰한 저자의 연구에 의하면 방사선치료 전과 치료 중에 자궁경부와 자궁체부는 적지 않은 변화를 보였는데, 자궁경부로부터 자궁저부까지의 거리는 평균 15.3 mm 줄었으며, 30 mm 이상 감소한 경우도 13%나 있었고, 자궁 굴곡각 또는 회전각의 변화가 30° 이상 변화한 경우도 19%에서 관찰되었다 (Fig. 7).^{30,31} 이와 같은 방사선 치료 시 표적체적 및 주위 정상 조직의 움직임은 치료 방법이 더욱 정밀해질수록 중요한 문제이며, 이러한 예상되는 움직임을 고려하여 계획용 표적체적을 결정해야 한다. 또한 향후 방사선치료의 발전은 영상을 고려한 IGRT 방향으로 나아갈 것이 전망된다.

결 론

자궁경부암의 치료에서 방사선치료가 차지하는 비중은 매우 높으며 특히 갱내 치료의 역할은 매우 중요하다. 한국에서도 그 사용이 점차 증가하고 있는 HDR에 대한 치료 성적은 국내외에서 이미 기존의 LDR 치료와 비교 시 치료 성적에 별다른 차이가 없음이 보고되었다. 그러나 아직 적절한 분할치료 방법과 외부 조사와의 병용 방법이 정립되지 않은 단계이므로, 그 동안의 연구 결과를 토대로 표준적인 치료 프로토콜을 만들어서 전향적으로 연구하는 것이 필요하다고 생각되며 임상연구 이외에도 한국인에 가장 적절한 applicator의 제작과 치료 선원의 QA 등에 관한 연구가 필요하다.

최신 방사선치료의 발전은 종양에 집중적으로 방사선을 조사하면서 정상 조직의 부작용을 최소화한다는 장점이 있으며, 보다 많은 방사선을 종양에 투여한다는 점

에서는 더욱 세심한 주의가 필요하다. 종양에 방사선을 집중적으로 조사하고 정상 조직의 조사량은 최소화하기 위한 3DCRT, IMRT, IGRT 등의 발전과 함께 이러한 개념이 자궁경부암 치료에도 도입되기 시작하는 현실에서 종양의 변화와 정상 조직의 생리적인 변화와 움직임 등을 고려하여야 할 필요성은 절대적이며 앞으로 많은 임상 경험과 치료의 질 관리가 절대적으로 요망된다.

참고문헌

1. Jeong HK. Activities for radiation therapy QA in KFDA. In: Korean Society of Therapeutic Radiology and Oncology. Proceedings of the 2005 KOSTRO spring QA workshop; 2005 April 22; Yeosu, Korea. Seoul: Medrang; 2005. p.23-6.
2. Arai T, Morita S, Linuma T. Radiotherapy for cancer of the uterine cervix using HDR remote afterloading system; determination of the optimal fractionation. Clin Cancer Treat (Jpn) 1979; 25: 605-12.
3. ICRU Report 38; Dose and volume specifications for reporting intracavitary therapy in gynecology. Bethesda, MD: International Commission on Radiation Units and Measurements; 1985.
4. Korean Society for Therapeutic Radiology and Oncology. Annual statistics of radiotherapy in Korea (1995). J Korean Soc Ther Radiol 1996; 14: 175-9.
5. Park HC, Suh CO, Kim GE. Fractionated high-dose-rate brachytherapy in the management of uterine cervical cancer. Yonsei Med J 2002; 43: 737-48.
6. Lee JE, Huh SJ, Park W, Lim DH, Ahn YC, Park CS, et al. Radical radiotherapy for locally advanced cancer of uterine cervix. Cancer Res Treat 2004; 36: 222-7.
7. Huh SJ. The result of curative radiotherapy for carcinoma of uterine cervix. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 1993; 11: 143-9.
8. Moon CW, Jeung TS, Yum HY. Analysis of radiotherapy associated factors in stage IIb carcinoma of uterine cervix. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 1990; 8: 241-54.
9. Kim OB, Choi TJ, Kim JH, Lee HJ, Kim YA, Suh YW, et al. Carcinoma of uterine cervix treated with high dose rate intracavitary irradiation: pattern of failure. J Korean Soc Ther Radiol Oncol 1993; 11: 369-76.
10. Orton CG, Seyedasdr M, Somnay A. Comparison of high and low dose rate remote afterloading for cervix cancer and the importance of fractionation. Int J Radiat Oncol Biol Phys 1991; 21: 1425-34.
11. Okawa T, Sakada S, Kita-Okawa M, Kaneyasu Y, Inoue T, Ikeda H, et al. Comparison between high dose rate and low dose-rate brachytherapy for cervical cancer: Japanese experience with treatment and complications (1975-1985). J Jpn Soc Ther Radiol Oncol 1996; 8: 135-42.
12. Morita K. Cancer of the cervix. In: Vahrson, editor. Radiation

- oncology of gynecological cancers. 1st ed. Berlin: Springer-Verlag; 1997. p.144-239.
13. Arai T, Nakano T, Morita S, Sakashita K, Nakamura YK, Fukuhisa K. High-dose-rate remote afterloading intracavitary radiation therapy for cancer of the uterine cervix: a 20-year experience. *Cancer* 1992; 69: 175-80.
 14. Arai T, Nakano T, Morita S. Longterm treatment result of radiotherapy for cervical squamous cell cancer. *J Jpn Soc Ther Radiol Oncol* 1997; 9: 146(abst).
 15. Coia L, Won M, Lanciano R, Marcial VA, Martz K, Hanks G. The patterns of care outcome study for cancer of the uterine cervix: results of the second national practice survey. *Cancer* 1990; 66: 2451-6.
 16. Huh SJ, Ahn YC, Choi DR, Lim DH, Kim DY, Yoo SY, et al. Current status of high dose rate brachytherapy for cervical cancer in Korea. *J Jpn Soc Ther Radiol Oncol* 1996; 8: 277-81.
 17. Nam TK, Ahn SJ. A prospective randomized study on two dose fractionation regimens of high-dose-rate brachytherapy for carcinoma of the uterine cervix: comparison of efficacies and toxicities between two regimens. *J Korean Med Sci* 2004; 19: 87-94.
 18. Board of the Faculty of Clinical Oncology, The Royal College of Radiologist. Guidelines for the management of the unscheduled interruption or prolongation of a radical course of radiotherapy. London: Royal College of Radiologists; 1996.
 19. Shigematsu Y, Nishiyama K, Masaki N, Inoue T, Miyata Y, Ikeda H, et al. Treatment of carcinoma of the uterine cervix by remotely controlled afterloading intracavitary radiotherapy with high dose rate-a comparative study with low dose rate system. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1983; 9: 351-6.
 20. Huh SJ, Kim B, Kang MK, Lee JE, Lim do H, Park W, et al. Pelvic insufficiency fracture after pelvic irradiation in uterine cervix cancer. *Gynecol Oncol* 2002; 86: 264-8.
 21. Gallagher MJ, Brereton HD, Rostock RA, Zero JM, Zekoski DA, Poyss LF, et al. A prospective study of treatment techniques to minimize the volume of pelvic small bowel with reduction of acute and late effects associated with pelvic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1986; 12: 1565-73.
 22. Huh SJ, Lim DH, Ahn YC, Kim DY, Kim MK, Wu HG, et al. Effect of customized small bowel displacement system in pelvic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 1998; 40: 623-7.
 23. Gerstner N, Wachter S, Knocke TH, Fellner C, Wambersie A, Potter R. The benefit of Beam's eye view based 3D treatment planning for cervical cancer. *Radiother Oncol* 1999; 51: 71-8.
 24. Huh SJ, Park W, Ju SG, Lee JE, Han Y. Small-bowel displacement system for the sparing of small bowel in three-dimensional conformal radiotherapy for cervical cancer. *Clin Oncol (R Coll Radiol)* 2004; 16: 467-73.
 25. Mundt AJ, Mell LK, Roeske JC. Preliminary analysis of chronic gastrointestinal toxicity in gynecology patients treated with intensity-modulated whole pelvic radiation therapy. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 56: 1354-60.
 26. Roeske JC, Bonta D, Mell LK, Lujan AE, Mundt AJ. A dosimetric analysis of acute gastrointestinal toxicity in women receiving intensity-modulated whole-pelvic radiation therapy. *Radiother Oncol* 2003; 69: 201-7.
 27. Portelance L, Chao KS, Grigsby PW, Bennet H, Low D. Intensity-modulated radiation therapy (IMRT) reduces small bowel, rectum, and bladder doses in patients with cervical cancer receiving pelvic and para-aortic irradiation. *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2001; 51: 261-6.
 28. Adli M, Mayr NA, Kaiser HS, Skwarchuk MW, Meeks SL, Mardirossian G, et al. Does prone positioning reduce small bowel dose in pelvic radiation with intensity-modulated radiotherapy for gynecologic cancer? *Int J Radiat Oncol Biol Phys* 2003; 57: 230-8.
 29. Huh SJ, Kang MK, Han Y. Small bowel displacement system-assisted intensity-modulated radiotherapy for cervical cancer. *Gynecol Oncol* 2004; 93: 400-6.
 30. Park W, Huh SJ, Lee JE, Han Y, Shin E, Ahn YC, et al. Variation of small bowel sparing with small bowel displacement system according to the physiological status of the bladder during radiotherapy for cervical cancer. *Gynecol Oncol* 2005 (in Press).
 31. Huh SJ, Park W, Han Y. Interfractional variation in position of the uterus during radical radiotherapy for cervical cancer. *Radiother Oncol* 2004; 71: 73-9.

Radiation therapy of cervical cancer: Current status in Korea and recent developments

Seung Jae Huh

*Department of Radiation Oncology, Samsung Medical Center,
Sungkyunkwan University School of Medicine, Seoul, Korea*

Brachytherapy is an essential part of the radiotherapy for uterine cervical cancer. Since 1979, high dose rate (HDR) brachytherapy has been used for the treatment of uterine cervical cancer in Korea; the number of institutions employing HDR has been increasing. At 40 radiation oncology departments out of 53 in Korea, HDR brachytherapy was practiced in 2004. Approximately in 1,000 of patients, brachytherapy was done annually and among these, HDR proportions were 75–80%. In Korea, treatment results for HDR are comparable with the low dose rate (LDR) system series and appear to be a safe and effective alternative to LDR for the treatment of cervical carcinoma. The studies from the major centers report the five-year survival rate of cervical cancer as, 78–86% for Stage I, 68–85% for stage II, and 38–56% for Stage III. In conclusion, HDR intracavitary radiotherapy is increasingly practiced in Korea and an effective treatment modality for cervical cancer. To determine the optimum radiation dose and fractionation schedule, a nation-wide prospective study is necessary in Korea. Recently a three-dimensional conformal radiotherapy (3DCRT) or an intensity-modulated radiotherapy (IMRT), which allow for a high degree of conformity to the target volume have been used for the uterine cervical cancer. Several studies have reported the superiority of IMRT, over the conventional technique, in reducing the small bowel dose. The author will introduce the small bowel displacement system (SBDS)-assisted IMRT for cervical cancer patients. Positional changes of the uterus during radiotherapy, which can degrade the accuracy of 3DCRT and IMRT, will be discussed.

Key Words : Cervical cancer, High dose rate brachytherapy, Three-dimensional conformal radiotherapy, Intensity-modulated radiotherapy
